

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①1 **DE 3638922 A1**

②1 Aktenzeichen: P 36 38 922.8
②2 Anmeldetag: 14. 11. 86
④3 Offenlegungstag: 26. 5. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
H 04 H 5/00
H 04 B 1/10
H 04 B 1/66

Patentamt

DE 3638922 A1

⑦1 Anmelder:

Institut für Rundfunktechnik GmbH, 8000 München,
DE

⑦4 Vertreter:

Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:

Plenge, Georg, Dr.phil., 8191 Thanning, DE;
Schneeberger, Günter, Dipl.-Ing., 8000 München,
DE; Stoll, Gerhard, Dipl.-Ing., 8051 Zolling, DE;
Theile, Günther, Dipl.-Ing. Dr., 8191 Thanning, DE

⑤4 Verfahren zum Übertragen digitalisierter stereofoner Tonsignale

Bei der Übertragung digitalisierter, stereofoner Tonsignale über störbehaftete Rundfunkkanäle werden i.d.R. auf der Empfangsseite Übertragungsfehler detektiert und ggf. korrigiert oder verschleiert. Um auch im Falle solcher Störungen, die weder korrigiert noch verschleiert werden können, eine Erkennbarkeit der Tonsignale zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, daß der gestörte Signalabschnitt durch einen zeitgleichen, ungestörten Signalabschnitt aus einem anderen Kanal des stereofonen Gesamtsignals ersetzt wird.

DE 3638922 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen digitalisierter, stereofoner Tonsignale über störbehaftete Rundfunkkanäle, bei dem empfangsseitig Übertragungsfehler detektiert und ggfs. korrigiert oder verschleiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle solcher Störungen, die weder korrigiert noch verschleiert werden können, der gestörte Signalabschnitt durch einen zeitgleichen, ungestörten Signalabschnitt aus einem anderen Kanal des stereofonen Gesamtsignals ersetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pegel des übernommenen Tonsignalabschnitts an den Pegel des gestörten Signals angeglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für den Pegelangleich ein Referenzsignal des gestörten Signals, z.B. ein mitübertragener Skalenfaktor, herangezogen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer notwendigen, sehr starken Erhöhung des Pegels des einzufügenden Signals der dem gestörten Signalabschnitt vorangegangene Signalabschnitt in demselben Kanal eingefügt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer notwendigen, sehr starken Erniedrigung des Pegels des einzufügenden Signals für die Dauer der Störung kein Signal eingefügt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfügung an ihren Übergängen gleitend im Sinne einer Ein- und Ausblendung erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Signal gegenüber dem anderen Signal um eine beträchtliche Zeit bei der Aussendung verzögert wird (ca. 500 ms) und daß diese Verzögerung der beiden Signale im Empfänger durch Verzögern des voreilenden Signals wieder ausgeglichen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle einer Korrelation beider Signale nahe dem Wert Null der dem gestörten Signalabschnitt vorangegangene Signalabschnitt in demselben Kanal eingefügt wird.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Derartige Verfahren sind allgemein bekannt.

Bei digitalen stereofonen Tonsignalübertragungen können die beiden empfangenen Tonsignale bei starken Störungen der Rundfunkübertragungskanäle nach Ausschöpfen aller Möglichkeiten der Fehlererkennung, Fehlerkorrektur und ggf. Fehlerverschleierung nicht mehr decodierbar sein. Die Folge ist ein sehr rascher Übergang von noch möglichem Empfang zur Stumm-schaltung des Empfängers.

Dieses Verhalten ist häufig unerwünscht, zum Beispiel bei Empfang digital codierter Tonsignale in einem Funkfeld, dessen Eigenschaften sich häufig stark und meist kurzfristig ändern wie z.B. in einem fahrenden Kraftfahrzeug.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dahin-

gehend zu verbessern, daß auch dann, wenn die Tonsignalübertragung stark in ihrer Qualität eingeschränkt wird, die übertragenen Tonsignale als solche noch erkennbar bleiben, insbesondere soweit, daß bei Sprachübertragung der Text noch verständlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung findet Anwendung bei einer digitalen stereofonen Tonsignalübertragung mit mindestens zwei voneinander getrennt codierten Tonsignalen. Dies trifft z. Zt. zu für alle bekannten stereofonen Systeme, wie Intensitäts- und Laufzeitstereofonie, kopfbezogene Stereofonie, nicht matrizierte Quadrofonie, Eidofonie und andere.

Die Erfindung macht sich bestimmte Eigenschaften des Gehörsinns nutzbar. Sowohl Richtungs- und Entfernungswahrnehmungen einer oder mehrerer Schallquellen wie auch die Wahrnehmung von Raumeindrücken, also pauschaler Größen eines Schallfeldes, wie z.B. Nachhall, Diffusität etc., unterliegen einer Trägheit. Diese Wahrnehmungen kommen erst nach einer (unterschiedlichen) Mindestzeit des Zuhörens zustande, was umgekehrt bedeutet, daß diese Wahrnehmungen auch nicht beliebig schnell wechseln können.

Daraus folgt, daß kurzzeitige Änderungen der Darstellung von Richtungen und Entfernungen von Schallquellen sowie eines Raumeindrucks in stereofon wiedergegebenen Signalen dann unhörbar bleiben, wenn sie diese Mindestzeiten unterschreiten und auch nicht zu häufig auftreten. Lassen sich diese beiden Bedingungen nicht einhalten, läßt sich bei richtiger Anwendung der beschriebenen Maßnahmen immerhin noch eine monofone Wiedergabe erzielen.

Diese Maßnahmen führen

- in einem ersten Stadium zu keinen wahrnehmbaren Änderungen bei der stereofonen Wiedergabe
- in einem zweiten Stadium zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Zwischenzustand zwischen stereofoner und monofoner Wiedergabe
- in einem dritten Stadium zu einer nahezu monofonen Wiedergabe.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden an Hand der Zeichnung näher erläutert. Die Figur zeigt ein Blockschaltbild einer empfangsseitigen Verarbeitungsschaltung.

Eigenheiten des dargestellten Beispiels sind:

- Das stereofone Signal besteht aus zwei Tonsignalen (links (*l*) und rechts (*r*))
- bei der Aussendung des 2-kanaligen stereofonen Signals ist ein Kanal (*r*) gegen den anderen verzögert worden
- die digitale Information liegt in zwei getrennten Bitströmen vor (*a_l* und *a_r*)
- die digitale Information liegt in einer bitsparenden Codierung vor.

Werden einzelne Parameter anders gewählt — z.B. mehr als zwei Tonsignale oder nur ein serieller Datenstrom — so ändern sich bestimmte Verarbeitungsschritte entsprechend.

Das digitale, stereofone Tonsignal mit dem voreilenden Linksanteil *a_l* und dem nacheilenden Rechtsanteil *a_r*,

wird zunächst dadurch synchronisiert, daß der Linksanteil a_l in einer Verzögerungsstufe 1 um den Betrag t_1 verzögert wird, so daß die senderseitig eingeführte Zeitdifferenz zwischen den beiden Anteilen a_l und a_r ausgeglichen ist. Diese Zeitdifferenz zwischen den stereofonen Signalanteilen hat den Vorteil, daß Störungen auf der Übertragungsstrecke, die zu einem gleichzeitigen völligen Ausfall beider Signalanteile führen, dann erheblich gemildert oder ganz ausgeglichen werden können, wenn die Ausfallzeit \leq der Verzögerungszeit t_1 ist. Solche Störungen treten bei mobilem Empfang häufig auf, z.B. beim Durchfahren von Brücken oder Gebieten mit erheblicher Minderung der nutzbaren Feldstärke des RF-Signals auf Grund von Mehrwegeausbreitungen.

Diese Maßnahme ist sehr nützlich, setzt aber das Einfügen einer Zeitdifferenz auf der Sendeseite voraus. Die im folgenden beschriebenen weiteren Maßnahmen beziehen sich dagegen nur auf den Empfänger; sie sind im übrigen nicht an eine sendeseitig eingefügte Zeitdifferenz gekoppelt und können demgemäß auch ohne diese durchgeführt werden.

In einer darauffolgenden Detektionsstufe 2 zur Verarbeitung der beiden Signalanteile a_l und a_r wird für jeden Anteil getrennt eine Fehlererkennung, Fehlerkorrektur und ggfs. Fehlerverschleierung nach Maßgabe des hierfür verwendeten Codes vorgenommen. Ferner wird in der Detektionsstufe 2 eine Information über den Pegelzeitverlauf der Tonsignale extrahiert, z.B. der mitübertragene Skalenfaktor. In einem weiteren Funktionsabschnitt der Detektionsstufe 2 werden die Informationen über den Pegelzeitverlauf und das Ausmaß der Fehlerbehandlung, insbesondere das Auftreten von Überlastungen des Fehlerschutzcodes, zusammengefaßt und an eine Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 weitergeleitet.

Die fehlerbehandelten digitalen Signalanteile b_l und b_r , die in bitsparender Codierung vorliegen, werden in einer Normwandlerstufe 3 linear umcodiert, so daß nunmehr stereofone Signalanteile c_l und c_r in einer einfachen Form (z.B. 16 bit/linear) vorliegen, die leicht in den zugeordneten Verarbeitungsstufen 8 bzw. 8 und 7 im Sinne von Verzögern, Umblenden, Pegelanpassen und dgl. verarbeitet werden können. Diese Signalanteile c_l und c_r werden jeweils einer weiteren Verzögerungsstufe 5 zugeführt, deren Verzögerungszeit t_2 entsprechend der erforderlichen Dauer der Verarbeitung der Signalanteile c_l und c_r in der Auswertungs- und Steuerstufe 6 bemessen ist. Damit wird erreicht, daß vor Eintreffen der Signalanteile c_l und c_r in der jeweiligen Verarbeitungsstufe 8 die Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 in der Lage ist, über einen hinreichend langen Zeitraum die Informationen über die digitalen stereofonen Signalanteile auszuwerten und hieraus entsprechende Steuerbefehle für die Verarbeitungsstufen 8 abzuleiten. Diese Verarbeitungsdauer setzt sich aus der Zeit für das Aus- und Einblenden und die Zeit der Übernahme des digitalen Signalanteils aus dem jeweils anderen Kanal bzw. dem eigenen verzögerten Kanal zusammen. Bei lang andauernden Störungen können diese Zeiten auch mehrmals anfallen, wobei die Gesamtzeit bis zu 200 ms betragen kann.

Nach Durchlaufen der zugeordneten Verzögerungsstufe 5 gelangen die Signalanteile d_l und d_r auf folgenden Wegen zu den zugeordneten Verarbeitungsstufen 8, und 8_r:

1. d_l auf direktem Wege an Eingang 802 der Stufe 8_r;
2. d_l über eine Verzögerungsstufe 7 der Verzöge-

- rungszeit t_3 als Signal e_r an Eingang 801 an Stufe 8_r;
3. d_r auf direktem Wege an Eingang 804 der Stufe 8_r;
4. d_r auf direktem Wege an Eingang 805 oder Stufe 8_r;
5. d_r über eine Verzögerungsstufe 7 mit der Verzögerungszeit t_3 an Eingang 806 der Stufe 8_r;
6. d_r auf direktem Wege an Eingang 803 der Stufe 8_r.

In der Verarbeitungsstufe 8_r werden die folgenden digitalen Tonsignalbearbeitungen nach Maßgabe der Steuerbefehle von der Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 ausgeführt:

Entweder: Die Signale an den Eingängen 802 bleiben unbeeinflusst und werden direkt den zugeordneten D/A-Wandlern zugeführt. Der Signalanteil an Eingang 802 der Stufe 8_r wird ausgeblendet und statt dessen wird entweder der Signalanteil d_r vom Eingang 803 oder der Signalanteil e_r von Eingang 801 eingeblendet, oder es wird nichts eingeblendet (Stummschaltung).

Entsprechendes gilt für die Funktion der Verarbeitungsstufe 8_r.

Zusätzlich werden die Pegel der eingeblendeten Signalanteile nach Maßgabe entsprechender Steuerbefehle der Stufe 6 angehoben, beibehalten oder abgesenkt.

Ferner wird nach Beendigung einer detektierten Störung — ebenfalls nach Maßgabe entsprechender Steuerbefehle der Stufe 6 — der eingeblendete (Ersatz-)Signalanteil wieder ausgeblendet und der nunmehr wieder ungestörte Signalanteil (d_l in Stufe 8_r bzw. d_r in Stufe 8_r) wieder eingeblendet.

Die am Ausgang der Stufen 8 vorliegenden digitalen Tonsignalanteile f_l und f_r werden den zugeordneten Digital/Analogwandlern 9 zugeführt, an deren Ausgänge analoge Tonsignale f bzw. r für die Wiedergabe über Lautsprecher oder Kopfhörer vorliegen.

Die Verzögerungszeit t_3 der Stufen 7 ist variabel und richtet sich nach Vorgaben der Stufe 6. Sie ist erforderlich, wenn ein durch die Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 vorgegebener Signalzeitabschnitt wiederholt werden soll. Die Variabilität ist erforderlich, um die Dauer des Zeitabschnittes unterschiedlich festlegen zu können. Die Variabilität kann auch dadurch erreicht werden, daß jede Verzögerungsstufe 7 verschiedene feste Verzögerungen erzeugt, die der Stufe 8 zur Auswahl zur Verfügung stehen.

In der Stufe 6 werden folgende Informationen aufgenommen, gespeichert, ausgewertet und zu Steuersignalen an die Stufen 8_r, 8_r und ggfs. auch an die Stufen 7 verarbeitet:

1. Von Stufe 2 Informationen über die Überlastung des Fehlerschutzes, über Beginn, Dauer sowie Ende der Überlastung.
2. Von Stufe 2 laufende Informationen über die Pegelzeitverläufe der ursprünglich analogen und dann für die Übertragungszwecke digitalisierten stereofonen-Signalanteile.
3. Von einem die Signalanteile c_l und c_r auswertenden Korrelationsmesser 4 Informationen über den Korrelationsgrad der einzelnen Signalanteile des

stereofonen Gesamtsignals.

Die von der Stufe 6 abgegebenen Steuersignale bestimmen, wie schon erwähnt:

- Anfang und Ende von Ein- und Ausblendungen
- Pegelveränderungen
- Auswahl der Ersatzsignale oder Stummschaltung
- Wahl der Verzögerungszeit t_3 in Abhängigkeit von der Dauer einer detektierten Störung.

5

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3638922

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 38 922
H 04 H 5/00
14. November 1986
26. Mai 1988

